

## Επεξεργασία με Ψευδοχρώματα (Pseudo-color Processing)

- Ψευδοχρώματα (pseudo-colors)
  - Αναδεικνύουν περιοχές
  - Διακρίνουμε περισσότερες λεπτομέρειες (αντί κλίμακας γκριζού)
- Τεμαχισμός Έντασης (Intensity slicing)
  - Χωρίζουμε την εικόνα σε επίπεδα
  - Καθορίζω κάποιο χρώμα για κάθε επίπεδο

Εικόνα με τιμές:  $[0, L-1]$   
Επίπεδα:  $I_1, I_2, \dots, I_p$   
Χωρίζουν την κλίμακα του γκριζού σε διαστήματα:  $V_1, V_2, \dots, V_{p-1}$

$$f(x, y) = c_k \quad \text{if } f(x, y) \in V_k$$

$c_k$ : κάποιο χρώμα

- Αναδεικνύονται λεπτομέρειες
- Διακρίνονται επιπρόσθετες πληροφορίες
- Επικάλυψη (overlay)

Biomedical Imaging and Applied Optics Laboratory

## Επεξεργασία με Ψευδοχρώματα (Pseudo-color Processing)

- Ψευδοχρώματα (pseudo-colors)
  - Αναδεικνύουν περιοχές
  - Διακρίνουμε περισσότερες λεπτομέρειες (αντί κλίμακας γκριζού)
- Τεμαχισμός Έντασης (Intensity slicing)
  - Χωρίζουμε την εικόνα σε επίπεδα
  - Καθορίζω κάποιο χρώμα για κάθε επίπεδο

Εικόνα με τιμές:  $[0, L-1]$   
Επίπεδα:  $I_1, I_2, \dots, I_p$   
Χωρίζουν την κλίμακα του γκριζού σε διαστήματα:  $V_1, V_2, \dots, V_{p-1}$

$$f(x, y) = c_k \quad \text{if } f(x, y) \in V_k$$

$c_k$ : κάποιο χρώμα

- Αναδεικνύονται λεπτομέρειες
- Διακρίνονται επιπρόσθετες πληροφορίες
- Επικάλυψη (overlay)

Biomedical Imaging and Applied Optics Laboratory

## Επεξεργασία με Ψευδοχρώματα (Pseudo-color Processing)

- Μετασχηματισμός της κλίμακας του γκριζού σε χρώμα
  - Τιμές γκριζού  $\rightarrow$  χρώμα
  - Με τέτοιο τρόπο ώστε να αναδεικνύονται
    - συγκεκριμένες λεπτομέρειες
    - ή διαστήματα τιμών
- Συνδυασμός εικόνων
  - Διάφορες πηγές (κάποιες μη ορατές)
  - Δημιουργία "έγχρωμων" εικόνων

Biomedical Imaging and Applied Optics Laboratory

## Επεξεργασία με Ψευδοχρώματα (Pseudo-color Processing)

- Παραδείγματα

Biomedical Imaging and Applied Optics Laboratory

## Επεξεργασία με Ψευδοχρώματα (Pseudo-color Processing)

- Παραδείγματα

Biomedical Imaging and Applied Optics Laboratory

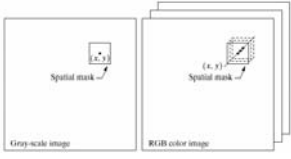
## Επεξεργασία με Ψευδοχρώματα (Pseudo-color Processing)

- Παραδείγματα

Biomedical Imaging and Applied Optics Laboratory

## Επεξεργασία Έγχρωμης Εικόνας (Color Image Processing)

- Επεξεργασία**
  - Κάθε συνιστούμεντος μέρους ξεχωριστά (π.χ. R, G, B)
  - Όλης της πληροφορίας χρώματος ταυτόχρονα
- Κάθε εικονοστοιχείο**
  - Τιμή = διάνυσμα

$$c(x, y) = \begin{bmatrix} c_r(x, y) \\ c_g(x, y) \\ c_b(x, y) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} R(x, y) \\ G(x, y) \\ B(x, y) \end{bmatrix}$$


Biomedical Imaging and Applied Optics Laboratory

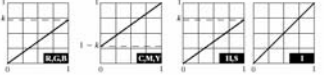
## Μετασχηματισμοί Χρώματος (Color Transformations)

- Μετασχηματισμοί**

$$g(x, y) = T[f(x, y)]$$

$$s_i = T_i(r_1, r_2, \dots, r_n) \quad i = 1, 2, \dots, n$$
  - n = αριθμός συνιστούμενων
    - n=3 για RGB, CMY, HIS
    - n=4 για CMYK
- Μετασχηματισμός Έντασης**

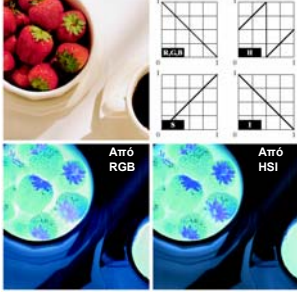
$$g(x, y) = kf(x, y) \quad 0 < K < 1$$
  - HSI
$$s_i = kr_i$$
  - RGB
$$s_i = kr_i \quad i = 1, 2, 3$$
  - CMY
$$s_i = 1 - k(1 - r_i) \quad i = 1, 2, 3$$
- Ποιος μετασχηματισμός είναι πιο γρήγορος;

Biomedical Imaging and Applied Optics Laboratory

## Μετασχηματισμοί Χρώματος (Color Transformations)

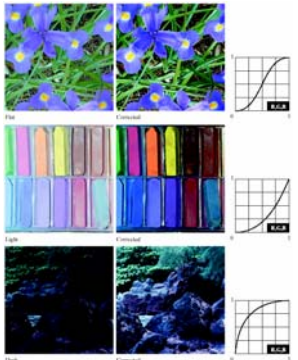
- Συμπληρωματικές Εικόνες (Complement Images)**
  - "Αρνητικό" φιλμ
  - Αντίστροφο της αντιστροφής στις γκριζες εικόνες
    - Αναδεικνύει λεπτομέρειες στις πιο σκοτεινές περιοχές
  - Γίνεται στο RGB σύστημα
    - Ο κορεσμός (saturation) της συμπληρωματικής εικόνας δεν μπορεί να υπολογιστεί με ακρίβεια από την αρχική



Biomedical Imaging and Applied Optics Laboratory

## Μετασχηματισμοί Χρώματος (Color Transformations)

- Διόρθωση Τόνου και Χρώματος (Tone and Color Correction)**
  - Διορθωμένο (calibrated) σύστημα χρώματος
  - Σύστημα CIE Lab
    - Δεν θα το καλύψουμε σε αυτό το μάθημα
  - Διορθώσεις που δεν επηρεάζονται από τη συσκευή (device independent)
- Διόρθωση Τόνου**
  - Ενίσχυση αντίθεσης (contrast)
  - Διόρθωση ανοιχτόχρωμων ή σκούρων εικόνων
    - Μετασχηματισμοί Δύναμης (Power Law Transformations)
  - Τα χρώματα δεν αλλάζουν
    - Ίδιος μετασχηματισμός για όλα



Biomedical Imaging and Applied Optics Laboratory

## Μετασχηματισμοί Χρώματος (Color Transformations)

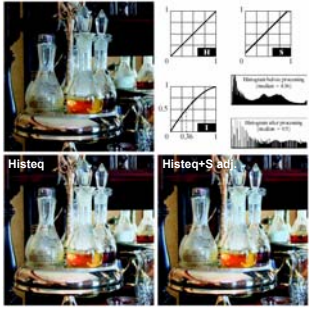
- Διόρθωση Χρώματος**
  - Αναλυτικά (analytically)
    - Γνωστά χρώματα (π.χ. άσπρο, δέρμα, κλπ)
  - Διαδραστικά (interactively)



Biomedical Imaging and Applied Optics Laboratory

## Μετασχηματισμοί Χρώματος (Color Transformations)

- Επεξεργασία Ιστογράμματος**
  - Εξισορρόπηση ιστογράμματος (histogram equalization)
  - Όπως και στις γκριζες εικόνες
  - Εφαρμόζεται στην ένταση (I)
  - Μπορεί να χρειαστεί ρύθμιση και ο κορεσμός (S)



Biomedical Imaging and Applied Optics Laboratory

## Αμβλυνση και Όξυνση (Smoothing and Sharpening)

- Αμβλυνση και Όξυνση**
  - Γίνονται στο σύστημα RGB
  - Στο σύστημα HSI
    - χρώματα αναλλοίωτα
    - σφάλμα
- Αμβλυνση**

$$\bar{c}(x,y) = \frac{1}{K} \sum_{(x,y) \in S_{xy}} c(x,y) = \frac{1}{K} \sum_{(x,y) \in S_{xy}} R(x,y)$$

$$\bar{c}(x,y) = \frac{1}{K} \sum_{(x,y) \in S_{xy}} c(x,y) = \frac{1}{K} \sum_{(x,y) \in S_{xy}} G(x,y)$$

$$\bar{c}(x,y) = \frac{1}{K} \sum_{(x,y) \in S_{xy}} c(x,y) = \frac{1}{K} \sum_{(x,y) \in S_{xy}} B(x,y)$$
- Όξυνση**

$$\nabla^2 [c(x,y)] = \begin{bmatrix} \nabla^2 [R(x,y)] \\ \nabla^2 [G(x,y)] \\ \nabla^2 [B(x,y)] \end{bmatrix}$$

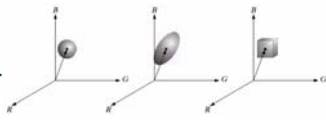


Biomedical Imaging and Applied Optics Laboratory

## Κατάτμηση Χρώματος (Color Segmentation)

### Κεφάλαιο 10

- Βασικές αρχές σε σχέση με χρώμα
- Τεμαχισμός Χρώματος (color slicing)**
  - Ξεχωρίζουμε ένα χρώμα
  - Βρίσκεται σε ένα "όγκο" στο σύστημα συντεταγμένων
    - Σφαίρα
      - Ευκλείδεια απόσταση γύρω από σημείο
    - Ελλειψοειδή Σφαίρα
      - Κύριος άξονας κατά μήκος άξονα μέγιστης αλλαγής
    - Κύβος
      - Πιο γρήγορη μέθοδος υπολογιστικά



$$s_i = \begin{cases} r_i & \text{if } D(z,a) \leq D_0 \\ c & \text{otherwise} \end{cases}$$

Sphere

$$D(z,a) = \|z-a\| = \sqrt{(z-a)^T (z-a)}$$

$$D(z,a) = \sqrt{(z_a - a_a)^2 + (z_c - a_c)^2 + (z_b - a_b)^2}$$

Ellipse

$$D(z,a) = \|z-a\| = \sqrt{(z-a)^T C^{-1} (z-a)}$$

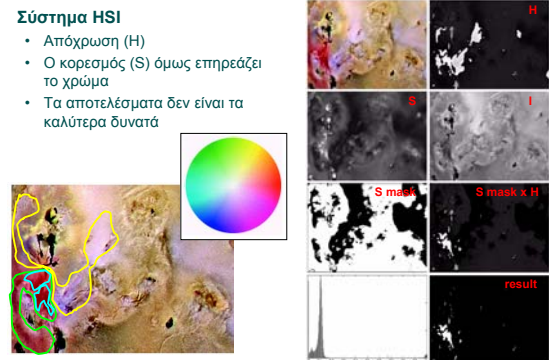
Cube

$$D(z,a) = \max |r_i - a_i|, i=1,2,\dots,s$$

Biomedical Imaging and Applied Optics Laboratory

## Κατάτμηση Χρώματος (Color Segmentation)

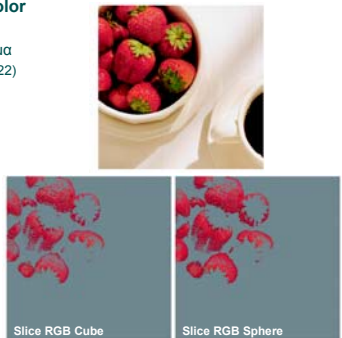
- Σύστημα HSI**
  - Απόχρωση (H)
  - Ο κορεσμός (S) όμως επηρεάζει το χρώμα
  - Τα αποτελέσματα δεν είναι τα καλύτερα δυνατά



Biomedical Imaging and Applied Optics Laboratory

## Κατάτμηση Χρώματος (Color Segmentation)

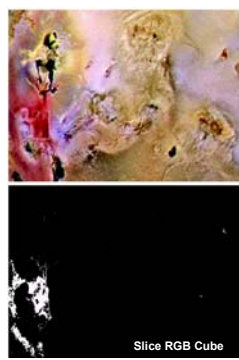
- Τεμαχισμός Χρώματος (color slicing)**
  - Καθορίζουμε το μέσο χρώμα
    - $a = (0.6863, 0.1608, 0.1922)$
  - Καθορίζουμε τα όρια
    - $D_0 = 0.2549$  (κύβος)
    - $D_0 = 0.1765$  (σφαίρα)
  - Καθορίζουμε ένα ουδέτερο χρώμα
    - $c = 0.5$



Biomedical Imaging and Applied Optics Laboratory

## Κατάτμηση Χρώματος (Color Segmentation)

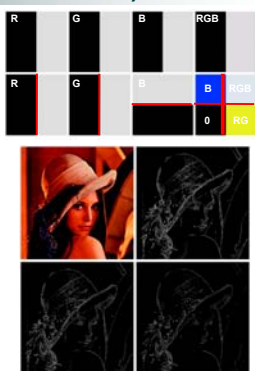
- Τεμαχισμός Χρώματος (color slicing)**
  - Καθορίζουμε το μέσο χρώμα και την τυπική απόκλιση (διανύσματα)
    - $a = (a_R, a_G, a_B)$
    - $\sigma = (\sigma_R, \sigma_G, \sigma_B)$
  - Καθορίζουμε τα όρια
    - $D_0 = 1.25 \sigma = (1.25 \sigma_R, 1.25 \sigma_G, 1.25 \sigma_B)$
  - Καθορίζουμε ένα ουδέτερο χρώμα
    - $c = 0$



Biomedical Imaging and Applied Optics Laboratory

## Κατάτμηση Χρώματος (Color Segmentation)

- Αναγνώριση έγχρωμων ακμών (color edge detection)**
  - Ξεχωριστά σε κάθε συνιστώσα μέρος (π.χ. R, G ή B)
    - Αναγνώριση ακμών
    - Ποσοτικά λάθη
    - Μπορεί να είναι αρκετό
  - Σε τρεις "διαστάσεις" χρώματος
    - Διάφορες μέθοδοι



$$u = \frac{\partial R}{\partial x} r + \frac{\partial G}{\partial x} g + \frac{\partial B}{\partial x} b$$

$$v = \frac{\partial R}{\partial y} r + \frac{\partial G}{\partial y} g + \frac{\partial B}{\partial y} b$$

$$g_u = u \cdot u = \left[ \frac{\partial R}{\partial x} \right]^2 + \left[ \frac{\partial G}{\partial x} \right]^2 + \left[ \frac{\partial B}{\partial x} \right]^2$$

$$g_v = v \cdot v = \left[ \frac{\partial R}{\partial y} \right]^2 + \left[ \frac{\partial G}{\partial y} \right]^2 + \left[ \frac{\partial B}{\partial y} \right]^2$$

$$g_{uv} = u \cdot v = \frac{\partial R}{\partial x} \frac{\partial R}{\partial y} + \frac{\partial G}{\partial x} \frac{\partial G}{\partial y} + \frac{\partial B}{\partial x} \frac{\partial B}{\partial y}$$

$$\theta = \frac{1}{2} \tan^{-1} \left[ \frac{2g_{uv}}{g_u - g_v} \right]$$

$$F(\theta) = \left\{ \frac{1}{2} \left[ (g_u + g_v) + (g_u - g_v) \cos 2\theta + 2g_{uv} \sin 2\theta \right] \right\}^{\frac{1}{2}}$$

Biomedical Imaging and Applied Optics Laboratory



## Θόρυβος Στις Έγχρωμες Εικόνες (Noise in Color Images)



- **Θόρυβος**
  - Συνήθως σε όλα τα κανάλια



Biomedical Imaging and Applied Optics Laboratory



## Θόρυβος Στις Έγχρωμες Εικόνες (Noise in Color Images)



- **Θόρυβος**
  - Μπορεί να εμφανιστεί και σε μόνο ένα
    - Λόγω χαρακτηριστικών ή βλάβης του ανιχνευτή



Biomedical Imaging and Applied Optics Laboratory



## Θόρυβος Στις Έγχρωμες Εικόνες (Noise in Color Images)



- **Μείωση του θορύβου**
  - Όπως και πριν
    - Κατά συνιστών
    - Σαν δίανυσμα
  - Π.χ. φίλτρο μέσου όρου



Biomedical Imaging and Applied Optics Laboratory